

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2001 (15.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/11796 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04B 3/23, 3/20 (74) Anwalt: BARTH, Stephan; Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, Postfach 44 01 51, 80750 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/07746

(22) Internationales Anmeldedatum: 9. August 2000 (09.08.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 199 37 505.4 9. August 1999 (09.08.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81541 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHENK, Heinrich [DE/DE]; Fatimastrasse 3, 81476 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

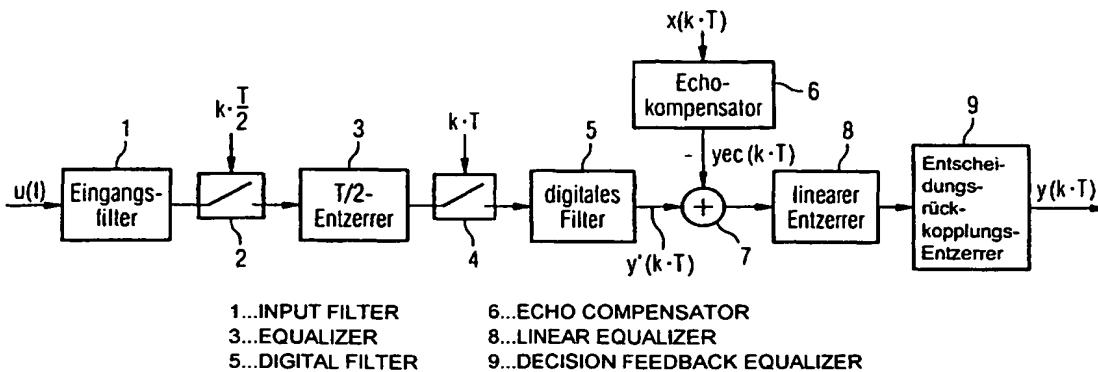
Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.
— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: RECEPTION METHOD AND RECEIVER ARRAY FOR A DUPLEX TRANSMISSION SYSTEM

(54) Bezeichnung: EMPFANGSVERFAHREN UND EMPFÄNGERANORDNUNG FÜR EIN DUPLEX-ÜBERTRAGUNGSSYSTEM



WO 01/11796 A1

(57) Abstract: The invention relates to a duplex transmission system, wherein an echo compensation signal ($yec(k \cdot T)$) is generated which is combined with a receive signal ($u(t)$) to prevent crosstalk from the own transmitter to the receiver. Before feeding the receive signal to the echo compensation device (6, 7), the receive signal is initially scanned with the double symbol rate, equalized and subsequently scanned once again with the simple symbol rate so that only one compensation value per receive signal has to be generated by the echo compensation device (6, 7).

(57) Zusammenfassung: In einer Duplex-Übertragungseinheit wird ein Echokompensationssignal ($yec(k \cdot t)$) erzeugt, welches mit einem Empfangssignal ($u(t)$) zur Vermeidung von Übersprechen vom eigenen Sender auf den Empfänger kombiniert wird. Vor der Zuführung des Empfangssignals zu der Echokompensationseinrichtung (6, 7) wird das Empfangssignal zunächst mit der doppelten Symbolrate abgetastet, entzerrt und anschliessend nochmals mit der einfachen Symbolrate abgetastet, so dass von der Echokompensationseinrichtung (6, 7) lediglich ein Kompensationswert pro Empfangssymbol generiert werden muss.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Empfangsverfahren und Empfängeranordnung für ein Duplex-
Übertragungssystem

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Empfangsverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Empfängeranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruches 4 für ein Duplex-Übertragungssystem, in dem insbesondere

10 pulsamplitudenmodulierte Signale übertragen werden.

Die Übertragung von Daten im Basisband mit Hilfe einer Pulsamplitudenmodulation (PAM) ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn nicht gleichzeitig im niederfrequenten 15 Bereich zusätzliche Signale, wie beispielsweise für einen zusätzlichen Telefonkanal Sprachsignale, übertragen werden müssen. Im Gegensatz zu trägermodulierten Übertragungssystemen, wie beispielsweise QAM (Quadraturamplitudenmodulation)- oder DMT (Diskrete 20 Multitonmodulation)-Übertragungssystemen, wird in PAM-Übertragungssystemen nahezu der gesamte Frequenzbereich beginnend bei einer unteren Grenzfrequenz, die im wesentlichen durch die Eigenschaften der Leitungsanschaltung 25 bestimmt wird, genutzt.

25

Die Pulsamplitudenmodulation wird u.a. auch in Duplex-Übertragungssystemen eingesetzt, bei denen gleichzeitig in beide Richtungen des Übertragungskanals bzw. der Übertragungsleitung Daten übertragen werden. In derartigen 30 Duplex-Übertragungssystemen ist zur Unterdrückung des Übersprechens vom eigenen Sender auf den Empfänger derselben Übertragungseinheit, was zu Echoeffekten führen würde, eine Echokompensation erforderlich. Durch die Echokompensation wird gleichzeitig erreicht, daß die zur Verfügung stehende 35 Bandbreite beidseitig optimal genutzt werden kann, so daß sich derartige Übertragungssysteme bei einer vorgegebenen

Störunggebung insbesondere durch eine relativ hohe Reichweite auszeichnen.

In Fig. 3 ist die prinzipielle Anordnung eines PAM-Empfängers eines derartigen Duplex-Datenübertragungssystems dargestellt. Ein Empfangssignal $u(t)$ wird von einem analogen Eingangsfilter 1 gefiltert und anschließend von einem Abtaster 2 mit der Symbolrate $1/T$ abgetastet, so daß diese Abtastwerte des Empfangssignals in Abständen von $k \cdot T$ vorliegen. Anstelle des analogen Eingangsfilters 1 kann auch ein digitales Eingangsfilter verwendet werden, wenn die Abtastfrequenz entsprechend hoch gewählt wird. Nach der Abtastung mit der Symbolrate $1/T$ kann sich eine weitere Filterstufe 5 anschließen, die im allgemeinen durch ein digitales Hochpaßfilter realisiert ist. Dieses weitere Filter 5 dient insbesondere zur Unterdrückung von niederfrequenten Störungen, wie z.B. Offset, und zur Verbesserung des Einschwingverhaltens. Von einem Echokompensator 6 wird in Abhängigkeit von den Sendedaten $x(k \cdot T)$ des Senders derselben Duplex-Übertragungseinheit ein Echokompensationssignal $yec(k \cdot T)$ erzeugt und über den in Fig. 3 gezeigten Addierer 7 von dem abgetasteten und entzerrten Empfangssignal $y'(k \cdot T)$ subtrahiert. Das auf diese Weise echokompensierte Empfangssignal wird abschließend entzerrt und als $y(k \cdot T)$ zur weiteren Verarbeitung, insbesondere zur Demodulation, ausgegeben, so daß die jeweils übertragenen Daten wiedergewonnen werden können. Als linearer Entzerrer 8 wird in der Regel ein digitales nichtrekursives Filter verwendet, dessen Koeffizienten jeweils adaptiv auf den aktuellen Übertragungskanal eingestellt werden müssen. Da dem Entzerrer 8 die mit der Symbolrate $1/T$ abgetasteten, gefilterten und vom Echo befreiten Empfangssignalwerte als Eingangssignal zugeführt werden, wird der Entzerrer 8 auch als T-Entzerrer bezeichnet. Nach dem Entzerrer 8 wird üblicherweise zusätzlich ein Entscheidungs-Rückkopplungsentzerrer 9 (Decision-Feedback-Entzerrer) eingesetzt, der die Nachschwinger der Impulsantwort des jeweiligen

Übertragungskanals kompensiert und in der Regel zu einem besseren Übertragungsverhalten führt.

In vielen Anwendungsfällen kann bei derselben Störumgebung ein besseres Übertragungsverhalten erzielt werden, wenn ein Entzerrer verwendet wird, dessen Eingangssignal mit der doppelten Symbolrate des Empfangssignals, d.h. mit der Frequenz $2/T$, abgetastet wird. Ein derartiger Entzerrer wird daher auch als $T/2$ -Entzerrer bezeichnet.

Eine entsprechende Empfängeranordnung mit einem derartigen $T/2$ -Entzerrer ist in Fig. 4 dargestellt, wobei diejenigen Bestandteile, welche den in Fig. 3 gezeigten Bestandteilen entsprechen, mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, wird das Empfangssignal $u(t)$ von dem Abtaster 2 mit der doppelten Symbolrate $2/T$ abgetastet und über das digitale Hochpaßfilter 5 dem Echokompensator 6 zugeführt. Aufgrund der doppelten Abtastfrequenz muß in diesem Fall der Echokompensator je Empfangssymbol zwei Kompensationswerte $y(k \cdot T/2)$ erzeugen. Das somit echokompensierte Empfangssignal wird dem $T/2$ -Entzerrer 8 zugeführt und am Ausgang des $T/2$ -Entzerrers durch einen weiteren Abtaster 13 mit der einfachen Symbolrate $1/T$ abgetastet und an den Entscheidungs-Rückkopplungsentzerrer 9 ausgegeben.

Der wesentliche Nachteil dieser Empfängeranordnung besteht darin, daß der Echokompensator 6, wie bereits erläutert worden ist, je Empfangssymbol zwei Kompensationswerte, d.h. doppelt soviele Kompensationswerte wie bei der in Fig. 3 gezeigten Anordnung, erzeugen muß. Aus diesem Grund wird der Realisierungsaufwand für den Echokompensator 6, der ohnehin den Hauptanteil des Gesamtaufwands darstellt, nahezu verdoppelt.

Dies soll durch die in Fig. 5 gezeigte Darstellung verdeutlicht werden, wobei eine mögliche Schaltungsanordnung

des in Fig. 4 gezeigten Echokompensators 6 für ein Übertragungssystem mit einem T/2-Entzerrer 8 dargestellt ist. Der Echokompensator 6 besteht im wesentlichen aus zwei Zweigen, wobei der obere Zweig die Anteile des 5 Echokompensationssignals $yec(k \cdot T)$ für die Abtastzeitpunkte $k \cdot T + T/2$ und der untere Zweig die Anteile des Echokompensationssignals für die Abtastzeitpunkte $k \cdot T$ generiert. Die durch die beiden Zweige mit Hilfe von Verzögerungsgliedern 14, Multiplizierer 15 mit einstellbaren 10 Multiplikationskoeffizienten $h_{1,1} \dots h_{N,1}$ bzw. $h_{1,2} \dots h_{N,2}$ und Addierern 16 generierten Kompensationswerte werden ausgangsseitig abwechselnd weitergegeben. Ein Echokompensator für ein Übertragungssystem mit einem T-Entzerrer würde hingegen lediglich einen Zweig benötigen, da dann je 15 Empfangssymbol nur ein Kompensationswert generiert werden müßte.

Aus der DE-PS 211 029 sind ein gattungsgemäßes Empfangsverfahren zur Duplex-Übertragung und eine 20 gattungsgemäße zugehörige Empfängeranordnung, die ein Empfangssignal vor der Echokompensation und Entzerrung mit der doppelten Symbolrate des Empfangssignals abtasten, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 4 bekannt.

25 Die DE 30 09 450 A1 offenbart eine Echoausgleichsanordnung für homochrone Datenübertragungssysteme, wobei eine Abtastung des Empfangssignals auch mit der einfachen Symbolrate, allerdings erst nach der Echokompensation, durchgeführt wird.

30 Aus "Adaptive Sprecherecho-Kompensation in Modems für die Duplex-Datenübertragung im Fernsprechnetz", Frequenz 6/1983, S. 145 - 153, ist ebenfalls je eine Abtastung vor und nach der Echokompensation bekannt.

35 Die DE 38 28 623 C2 offenbart ein Verfahren zur Erzeugung von Phasenverschiebungen für die Phasenmodulation oder -tastung oder Quadraturamplitudenmodulation.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Empfangsverfahren für ein Duplex-Übertragungssystem sowie eine entsprechende Empfängeranordnung vorzuschlagen, wobei vergleichbare Übertragungseigenschaften wie bei der Verwendung eines T/2-Entzerrers erzielt werden können und gleichzeitig jedoch der erhöhte Realisierungsaufwand für den Echokompensator vermieden wird.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. eine Empfängeranordnung mit den Merkmalen des Anspruches 4 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Anspruch 10
15 gibt eine Verwendung der Empfängeranordnung für ein Duplex-Pulsamplitudenmodulations-Übertragungssystem.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das Empfangssignal zunächst mit der doppelten Symbolrate abzutasten und einem
20 zusätzlichen Entzerrer, nämlich einem T/2-Entzerrer, zuzuführen. Am Ausgang dieses zusätzlichen Entzerrers wird das entzerrte Empfangssignal mit der Symbolrate abgetastet, so daß lediglich jeder zweite Wert dem Echokompensator zugeführt und zur weiteren Verarbeitung verwendet wird.

25 Die weiteren Bestandteile der Empfängeranordnung können dann der in Fig. 3 gezeigten Anordnung mit T-Entzerrer entsprechen.

30 Als zusätzlicher Entzerrer kann insbesondere ein digitales nichtrekursives Filter verwendet werden, welches am Eingang mit den Empfangssignalwerten beaufschlagt wird, die mit der doppelten Symbolrate des Empfangssignals vorliegen, wobei das digitale nichtrekursive Filter am Ausgang Empfangssignalwerte
35 mit der einfachen Symbolrate ausgibt. Die Koeffizienten des digitalen nichtrekursiven Filters dürfen sich dabei während

einer Datenübertragung nicht ändern und sollten daher fest eingestellt werden.

Der Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß der 5 zur Echokompensation verwendete Echokompensator lediglich einen Kompensationswert je Empfangssymbol, welches von dem zusätzlichen Entzerrer ausgegeben wird, generieren muß und somit mit relativ geringem Schaltungsaufwand realisiert werden kann. Insbesondere ist der Realisierungsaufwand 10 vergleichbar mit demjenigen eines Echokompensators für ein Duplex-Übertragungssystem mit einem T-Entzerrer (vgl. Fig. 3). Andererseits kann mit Hilfe der vorliegenden Erfindung ein so gutes Übertragungsverhalten erzielt werden, welches vergleichbar mit demjenigen eines Systems mit einem T/2- 15 Entzerrer ist.

Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in Duplex-PAM-Datenübertragungssystemen.

Grundsätzlich kann die vorliegende Erfindung jedoch auch in 20 beliebigen anderen Duplex-Übertragungssystemen eingesetzt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte 25 Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Empfängeranordnung für ein Duplex-Übertragungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung,

30 Fig. 2 zeigt einen möglichen Schaltungsaufbau für einen in Fig. 1 gezeigten T/2-Entzerrer,

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer bekannten 35 Empfängeranordnung für ein Duplex-Übertragungssystem gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild einer weiteren bekannten Empfängeranordnung für ein Duplex-Übertragungssystem gemäß dem Stand der Technik, und

5 Fig. 5 zeigt einen möglichen Schaltungsaufbau für einen in Fig. 4 gezeigten Echokompensator.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Empfängeranordnung für ein Duplex-PAM-Datenübertragungssystem dargestellt, wobei die 10 den in Fig. 3 und 4 gezeigten Bestandteilen entsprechenden Bestandteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, wird ein Empfangssignal $u(t)$ zunächst mit Hilfe eines (analogen oder digitalen) 15 Eingangsfilters 1 gefiltert und durch einen Abtaster 2 mit dem doppelten Symboltakt oder der doppelten Symbolrate des Empfangssignals abgetastet. Dieses Abtastsignal wird einer zusätzlich eingefügten Einheit, nämlich einem T/2-Entzerrer 3, der auch als Kompromißentzerrer bezeichnet werden kann, 20 zugeführt. Mit Hilfe eines weiteren Abtasters 4, der das entzerrte Empfangssignal mit der einfachen Symbolrate abtastet, wird am Ausgang dieses zusätzlichen T/2-Entzerrers 3 nur jeder zweite Abtastwert für die weitere Verarbeitung übernommen. Die restliche Schaltungsanordnung entspricht der 25 bekannten Schaltungsanordnung mit T-Entzerrer, wie sie in Fig. 3 gezeigt und bereits ausführlich erläutert worden ist. Ergänzend wird daher bezüglich der weiteren Bestandteile der in Fig. 1 gezeigten Empfängeranordnung auf die Ausführungen zu Fig. 3 verwiesen.

30 Zu beachten ist insbesondere, daß der in Fig. 1 gezeigte Echokompensator lediglich einen Kompensationswert je Symbol generieren muß und somit mit entsprechend geringem Aufwand realisiert werden kann.

35 Der gemäß Fig. 1 verwendete T/2-Entzerrer 3 kann insbesondere durch ein digitales nichtrekursives Filter gebildet sein,

welches am Eingang mit den Empfangssignalwerten beaufschlagt wird, die mit der doppelten Symbolrate des Empfangssignals $u(t)$ vorliegen, wobei das digitale nichtrekursive Filter in Kombination mit dem Abtaster 4 am Ausgang Empfangssignalwerte mit der einfachen Symbolrate ausgibt.

Eine Blockschaltbild eines entsprechenden Entzerrers 3 ist beispielhaft in Fig. 2 dargestellt. Wie Fig. 2 entnommen werden kann, umfaßt dieses digitale nichtrekursive Filter 3 mehrere $T/2$ -Verzögerungsglieder 10 sowie in den einzelnen Vorwärtszweigen angeordnete Multiplizierer 11, wobei die Ausgangswerte der einzelnen Vorwärtszweige durch einen Addierer 12 addiert und als Ausgangssignal dem Abtaster 4 zugeführt werden. Die Koeffizienten $c_1 \dots c_n$ dieser Multiplizierer 11 dürfen sich während einer Datenübertragung nicht ändern und sollten daher fest eingestellt werden. Bei der Dimensionierung dieser Koeffizienten $c_1 \dots c_n$ können jedoch die Eigenschaften eines bestimmten Übertragungskanals des jeweiligen Duplex-Datenübertragungssystems berücksichtigt werden. Die eigentliche Anpassung an den jeweils aktuellen Übertragungskanal erfolgt, wie bereits erläutert worden ist, durch den adaptiven T-Entzerrer 8, dem die durch den $T/2$ -Entzerrer 3 entzerrten, mit Hilfe der Filter 1 und 5 gefilterten und durch den Echokompensator 6 echokompensierten Empfangssignalwerte zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

1 Eingangsfilter
2 Abtaster
3 T/2-Entzerrer
4 Abtaster
5 Digitales Filter
6 Echokompensator
7 Addierer
8 Linearer Entzerrer
9 Entscheidungsrückkopplungs-Entzerrer
10 Verzögerungsglied
11 Multiplizierer
12 Addierer
13 Abtaster
14 Verzögerungsglied
15 Multiplizierer
 $u(t)$ Empfangssignal
 T Symbolperiode
 k Abtastindex
 $x(t)$ Sendesignal
 $y'(k \cdot t)$ Entzerrtes Empfangssignal
 $y_{ec}(k \cdot t)$ Echokompensationssignal
 $y(k \cdot t)$ Entzerrtes und echokompensierte Empfangssignal
 $h_{1,1}$
 $\dots h_{N,2}$ Multiplikationskoeffizient
 $c_1 \dots c_n$ Multiplikationskoeffizient

Patentansprüche

1. Verfahren zum Empfangen eines über ein Duplex-Übertragungssystem übertragenen Empfangssignals ($u(t)$),
5 wobei ein von einer Duplex-Übertragungseinheit des Duplex-Übertragungssystems empfangenes Empfangssignal ($u(t)$) mit der doppelten Symbolrate ($2/T$) des Empfangssignals ($u(t)$) abgetastet wird,
wobei ein Echokompensationssignal ($y_{ec}(k \cdot t)$) in Abhängigkeit
10 von einem Sendesignal ($x(k \cdot t)$) der Duplex-Übertragungseinheit erzeugt und mit dem abgetasteten Empfangssignal ($y'(k \cdot t)$) kombiniert wird, um ein echokompensierte Empfangssignal ($y(k \cdot t)$) zu erhalten, und
wobei das echokompensierte Empfangssignal ($y(k \cdot t)$) entzerrt
15 (8,9) und zur weiteren Verarbeitung ausgegeben wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß nach der Abtastung (2) mit der doppelten Symbolrate ($T/2$)
das Empfangssignal ($u(t)$) entzerrt (3) und das entzerrte
Empfangssignal mit der einfachen Symbolrate ($1/T$) nochmals
20 abgetastet (4) und der Echokompensationseinrichtung (6,7) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
25 daß zur Entzerrung des Empfangssignals ($u(t)$) nach der Abtastung (2) mit der doppelten Symbolrate ($2/T$) und vor der Abtastung (4) mit der einfachen Symbolrate ($1/T$) ein nichtrekursives digitales Filter (3) verwendet wird.

30 3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Koeffizienten ($c_1 \dots c_n$) des nichtrekursiven digitalen Filters (3) während einer Datenübertragung nicht verändert werden.

35 4. Empfängeranordnung für eine Duplex-Übertragungseinheit,

mit einer ersten Abtasteinrichtung (2) zum Abtasten eines Empfangssignals ($u(t)$) der Duplex-Übertragungseinheit mit der doppelten Symbolrate ($2/T$) des Empfangssignals ($u(t)$), mit einer Echokompensatoreinrichtung (6,7) zum Erzeugen eines 5 Echokompensationssignals ($y_{ec}(k \cdot t)$) in Abhängigkeit von einem Sendesignal ($x(k \cdot t)$) der Duplex-Übertragungseinheit, wobei das Echokompensationssignal ($y_{ec}(k \cdot t)$) mit dem von der Abtasteinrichtung (2) abgetasteten Empfangssignal ($y'(k \cdot t)$) kombiniert wird, um ein echokompensiertes Empfangssignal 10 ($y(k \cdot t)$) zu erhalten, und mit einem ersten Entzerrer (8) zum Entzerren des echokompensierten Empfangssignals und zum Ausgeben des entzerrten und echokompensierten Empfangssignals ($y(k \cdot t)$) zur weiteren Verarbeitung,

15 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*, daß zwischen der ersten Abtasteinrichtung (2) und der Echokompensationseinrichtung (6,7) ein zweiter Entzerrer (3) angeordnet ist, dem das von der ersten Abtasteinrichtung (2) mit der doppelten Symbolrate ($2/T$) abgetastete Empfangssignal 20 ($u(t)$) zur Entzerrung (3) zugeführt wird, und daß eine zweite Abtasteinrichtung (4) vorgesehen ist, um das von dem zweiten Entzerrer (3) entzerrte Empfangssignal ($u(t)$) mit der einfachen Symbolrate ($1/T$) abzutasten und der Echokompensationseinrichtung (6,7) zuzuführen.

25

5. Empfängeranordnung nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der zweite Entzerrer (3) ein digitales Filter ist.

30 6. Empfängeranordnung nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der zweite Entzerrer (3) ein nichtrekursives digitales Filter ist.

35 7. Empfängeranordnung nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Koeffizienten ($c_1 \dots c_n$) des zweiten Entzerrers (3) fest eingestellt sind.

8. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 4-7,

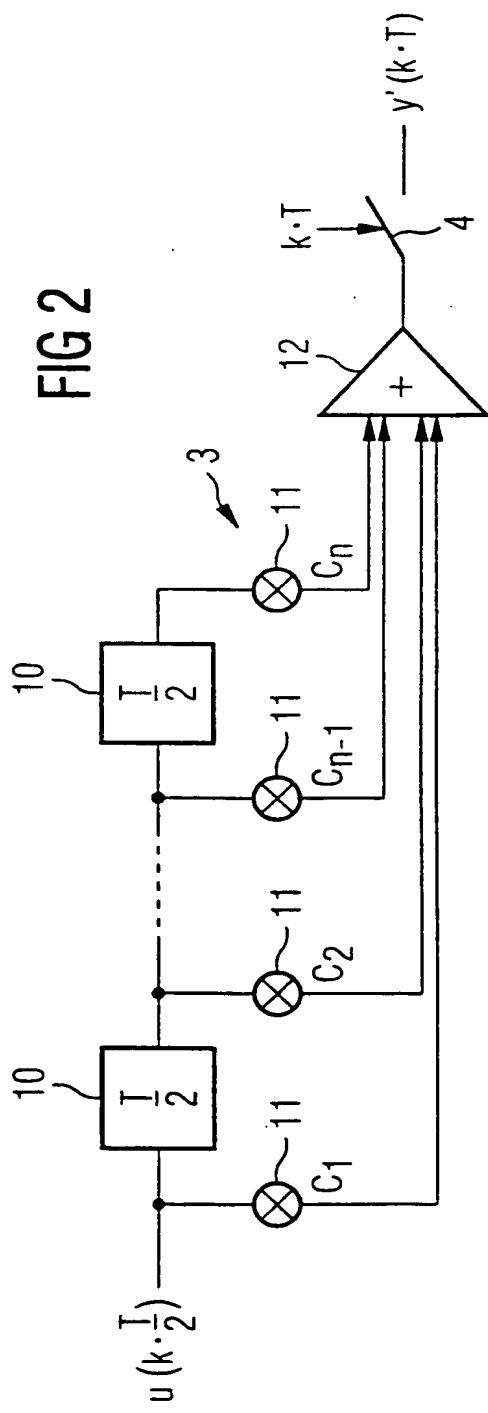
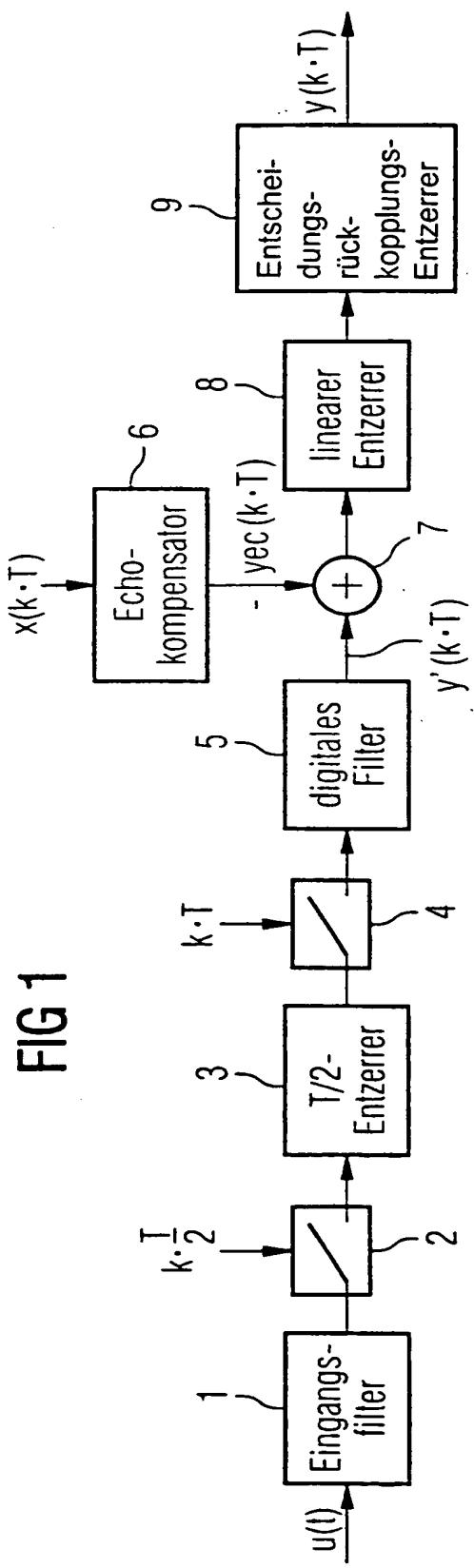
5 durch gekennzeichnet,
daß das Empfangssignal ($u(t)$) der ersten Abtasteinrichtung über ein Empfangsfilter (1) zugeführt ist, und
daß das von der zweiten Abtasteinrichtung (4) mit der 10 einfachen Symbolrate (1/T) abgetastete und von dem zweiten Entzerrer (3) entzerrte Empfangssignal ($y'(k \cdot t)$) über ein digitales Hochpaßfilter (5) der Echokompensationseinrichtung (6,7) zugeführt ist.

9. Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 4-8,

15 durch gekennzeichnet,
daß der erste Entzerrer (8) ein digitales nichtrekursives Filter mit adaptiv einstellbaren Filterkoeffizienten ist, und
daß mit dem ersten Entzerrer (8) ein Entscheidungs- 20 Rückkopplungsentzerrer (9) in Reihe geschaltet ist, der das entzerrte und echokompensierte Empfangssignals ($y(k \cdot t)$) zur weiteren Verarbeitung ausgibt.

10. Verwendung einer Empfängeranordnung nach einem der Ansprüche 4-9 in einem Duplex-Pulsamplitudenmodulations- 25 Übertragungssystem.

1/3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/3

FIG 3
(Stand der Technik)

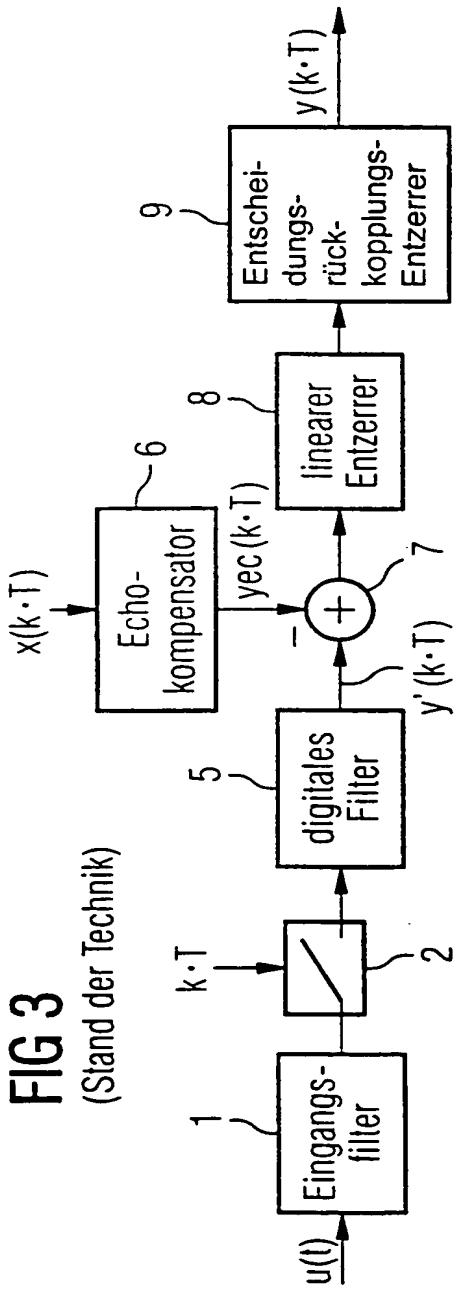
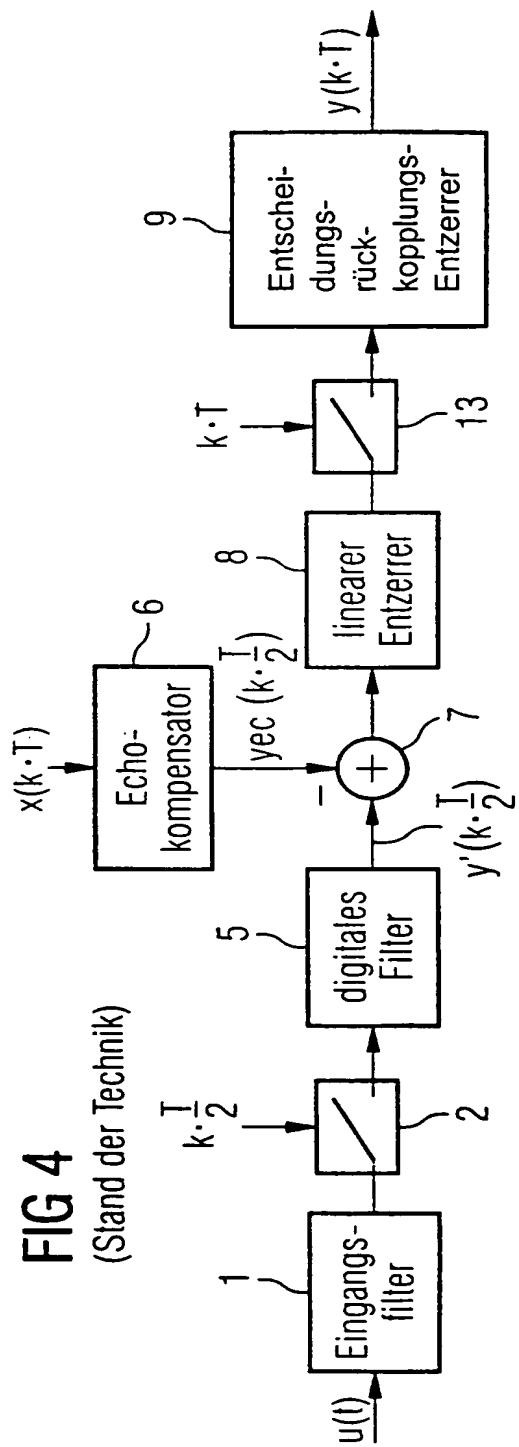


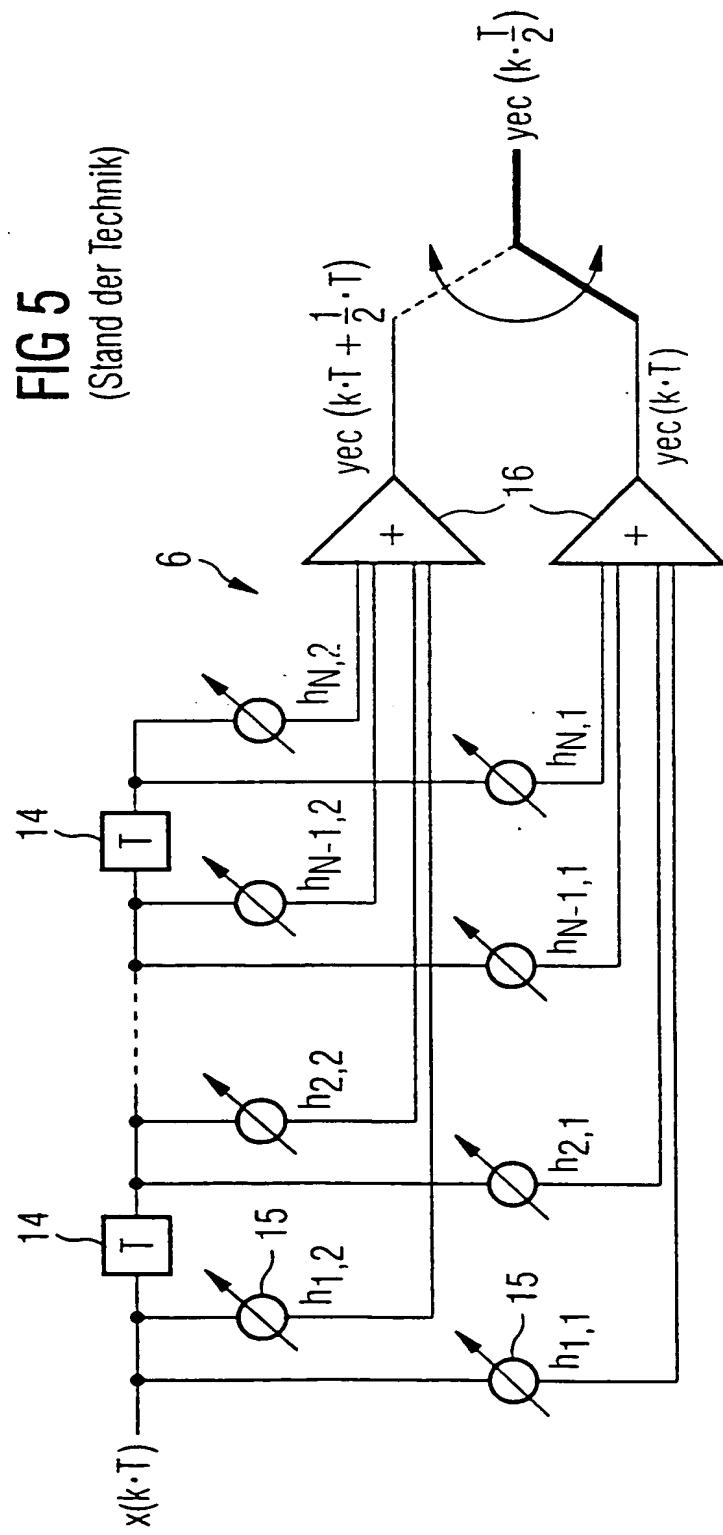
FIG 4
(Stand der Technik)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/3

FIG 5
(Stand der Technik)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Final Application No

PCT/EP 00/07746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H04B3/23 H04B3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 163 044 A (GOLDEN GLENN D) 10 November 1992 (1992-11-10) column 4, line 25 -column 6, line 41; figures 2,4 ---	1-10
A	DD 211 029 A (LEIPZIG RFT FERNMELDEWERK) 27 June 1984 (1984-06-27) page 5, line 3 - line 19 page 6, line 21 -page 7, line 21 ---	1-10



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents :**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 November 2000

Date of mailing of the international search report

08/12/2000

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Iulis, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/EP 00/07746

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5163044	A 10-11-1992	NONE	
DD 211029	A 27-06-1984	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/07746

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 7 H04B3/23 H04B3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 163 044 A (GOLDEN GLENN D) 10. November 1992 (1992-11-10) Spalte 4, Zeile 25 -Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen 2,4	1-10
A	DD 211 029 A (LEIPZIG RFT FERNMELDEWERK) 27. Juni 1984 (1984-06-27) Seite 5, Zeile 3 - Zeile 19 Seite 6, Zeile 21 -Seite 7, Zeile 21	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 27. November 2000	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 08/12/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter De Iulis, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

tales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07746

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5163044	A 10-11-1992	KEINE	
DD 211029	A 27-06-1984	KEINE	